

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **07073419 A**

(43) Date of publication of application: **17.03.95**

(51) Int. Cl

G11B 5/39
G11B 5/31

(21) Application number: **05218310**

(22) Date of filing: **02.09.93**

(71) Applicant: **MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD**

(72) Inventor: **FUJISHIMA TAKESHI**
TOMIYASU HIROSHI

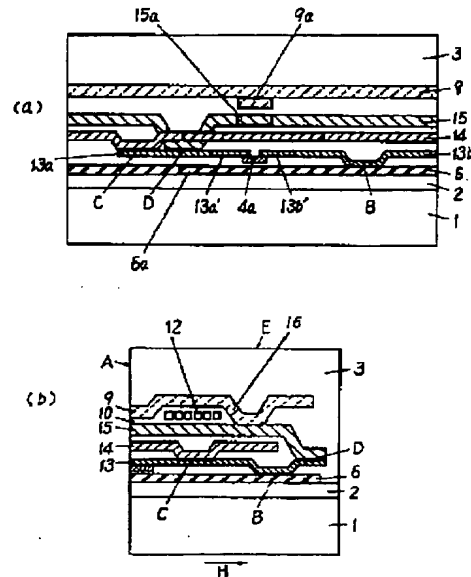
(54) MAGNETO-RESISTANCE EFFECT TYPE THIN FILM MAGNETIC HEAD

(57) Abstract:

PURPOSE: To prevent static electricity from discharging between members by bringing a lower magnetic shield layer, an upper magnetic shield layer, and a magnetic core into contact with one of two lead parts.

CONSTITUTION: A lower magnetic shield layer 6, an upper magnetic shield layer 14, and magnetic cores 9 and 15 are brought into contact with one of two lead parts 13a and 13b to electrically connect the lower shield layer 6, etc., to two lead parts 13a and 13b and an MR element 4. Since the static electricity charged in the lower magnetic shield layer 6 or the like at the time of production or use of an MR head is leaked to two grounded lead parts 13a and 13b, static electricity discharging between the lower shield layer 6 or the like and lead parts 13a and 13b or the like is prevented. Consequently, the yield of the MR head is improved, and the MR head is stably used.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO



(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-73419

(43)公開日 平成7年(1995)3月17日

(51)Int.Cl. ⁴	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G11B 5/39 5/31		K 9187-5D		

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全11頁)

(21)出願番号	特願平5-218310	(71)出願人	000005821 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地
(22)出願日	平成5年(1993)9月2日	(72)発明者	藤島 猛 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
		(72)発明者	富安 弘 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
		(74)代理人	弁理士 小園祐 明 (外2名)

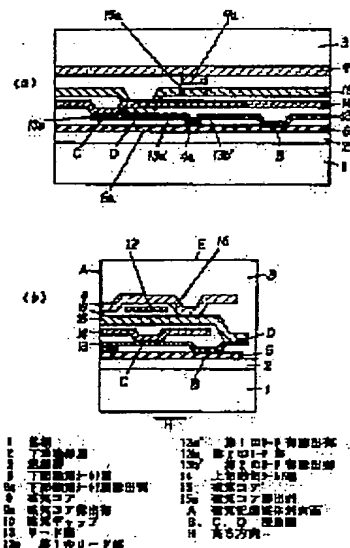
(54)【発明の名称】 磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッド

(57)【要約】

【目的】 MRヘッド製造時・使用時のMR素子等と下部磁気シールド層等間の静電気放電を防止して、歩留りを向上させることができ生産性に優れるとともに、安定使用することができ信頼性に優れたMRヘッドの提供。

【構成】 基板1と、基板1上に積層される絶縁層3と、絶縁層3中に形成されるMR素子4と、MR素子4の両端部に電気的に接続されてMR素子4へセンス電流を流すための2つのリード部と、MR素子4の上下に絶

縁層3を介して形成される2つの磁気シールド層と、磁性体からなり磁気ギャップ10が磁気記録媒体と対向する面に露出するように形成される磁気コア9、15と、を備えたMRヘッドであって、2つの磁気シールド層、磁気コア9、15の内少なくともいずれか1を2つのリード部の内いずれか1と接触させて形成される接触部B、C、Dを備えた構成を有している。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板と、前記基板上に積層される絶縁層と、前記絶縁層中に形成される磁気抵抗効果素子と、前記磁気抵抗効果素子の両端部に電氣的に接続されて前記磁気抵抗効果素子へセンス電流を流すための2つのリード部と、前記磁気抵抗効果素子の上下に前記絶縁層を介して形成される磁気シールド層と、を有し磁気記録媒体と対向する面に露出するように形成されて磁気記録媒体のデータを再生するための再生ヘッドと、磁性体からなり磁気ギャップ部が磁気記録媒体と対向する面に露出するように形成される磁気コアを有し磁気記録媒体へデータを記録するための記録ヘッドと、を備えた磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドであって、2つの前記磁気シールド層、前記磁気コアの少なくともいずれか1を2つの前記リード部のいずれか1と接触させて形成される接触部を備えたことを特徴とする磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッド。

【請求項2】 前記磁気シールド層、前記磁気コアの少なくともいずれか1と接触させた一方の前記リード部と、一方の前記リード部と接触されていない前記磁気シールド層、前記磁気コアの少なくともいずれか1と接触させた他方の前記リード部と、前記磁気シールド層又は前記磁気コアと電氣的に接続されて2つの前記リード部へセンス電流を流すための2つの電極部と、を備えたことを特徴とする請求項1記載の磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッド。

【請求項3】 前記磁気コア、2つの前記磁気シールド層の少なくともいずれか1を前記磁気記録媒体と対向しない面に露出させて形成される露出部と、所定の電気抵抗を有する材料からなり前記磁気記録媒体と対向しない面に形成されて前記露出部と前記基板とを接触させるコーティング膜と、を備えたことを特徴とする請求項1又は2のいずれか1に記載の磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッド。

【請求項4】 所定の抵抗を有する材料よりなり前記基板上に形成される電気接続層と、前記磁気コア、2つの前記磁気シールド層の少なくともいずれか1と前記電気接続層とを電氣的に導通させて形成される導通部と、を備えたことを特徴とする請求項1又は2のいずれか1に記載の磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は磁気記録装置等に用いられる磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッド（以下MRヘッドと略す）に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 近年、ハードディスク等の磁気記録装置の小型化・大容量化を目的として、磁気記録媒体の速度によらずデータの再生を行うことができるMRヘッドが種々開発されている。

【0003】 以下に従来のMRヘッドについて説明する。

図8（a）は従来のMRヘッドの構成を示す要部平面透視図、図8（b）は従来のMRヘッドの構成を示す要部側面透視図である。1はMn-Zn、Al₂O₃/TiC等のセラミックスよりなる基板、2はSiO₂、Al₂O₃等の酸化物等からなり基板1上に積層される下地絶縁層、3は下地絶縁層2上に積層される絶縁層、4は絶縁層3中に形成されて磁気記録媒体（図示せず）からの入力磁界を検出する磁気抵抗効果素子（以下MR素子と略す）、4aはMR素子4が磁気記録媒体（図示せず）との対向面に露出した部分を示すMR素子露出部、5は絶縁層3中に形成されてMR素子4へセンス電流を流すためのリード層、5aはリード層5を構成しMR素子4の片端部と電氣的に接続される第1のリード部、5a'は第1のリード部5aが磁気記録媒体（図示せず）との対向面に露出した部分を示す第1のリード部露出部、5bはリード層5を構成しMR素子4の他端部と電氣的に接続される第2のリード部、5b'は第1のリード部露出部5a'と同様な第2のリード部露出部、6はMR素子4の下方に絶縁層3を介して形成される下部磁気シールド層、6aは下部磁気シールド層6が磁気記録媒体（図示せず）との対向面に露出した部分を示す下部磁気シールド層露出部、7はMR素子4の上方に絶縁層3を介して形成される上部磁気シールド層、7aは下部磁気シールド層露出部6aと同様な上部磁気シールド層露出部、8、9は一端部が磁気ギャップ10を介して対向し他端部が一体に結合された磁気コア、8a、9aは磁気コア8、9が磁気記録媒体（図示せず）との対向面に露出する部分を示す磁気コア露出部、11は磁気コア8、9からなり磁気記録媒体（図示せず）にデータを記録するための記録コア、12は記録コア11を囲繞して入力される電気信号を磁気に変換する導体コイル、Aは従来のMRヘッドの磁気記録媒体（図示せず）との対向面を示す磁気記録媒体対向面、HはMRヘッドの高さ方向である。ここで、MR素子4は、MR薄膜と、このMR薄膜と非磁性層を介して対向する軟磁性膜等からなっている。

【0004】 以上のように構成された従来のMRヘッドについて、以下その製造方法を説明する。初めに、Al₂O₃/TiC等から基板1を作製する。次に、この基板1を、予め接地された治具（図示せず）に固定する。次に、基板1上に、下地絶縁層2、絶縁層3、下部磁気シールド層6等を順次積層する。次に、第1のリード部5a、第2のリード部5bに形成された電極部（図示せず）に、これらに電流を流すためのリードワイヤ（図示せず）を接続し、このリードワイヤ（図示せず）を接地して、図8（a）に示すような従来のMRヘッドを作製する。

【0005】 以上のように製造される従来のMRヘッドについて、以下その動作を説明する。初めに、MR素子

4に、第1のリード部5a、第2のリード部5bから一定のセンス電流を流すとともに、高さ方向Hにバイアス磁界を印加する。一般には、バイアス方式として、軟磁性薄膜を用いるSAL方式が用いられる。次に、MR素子露出部4aと対向する磁気記録媒体（図示せず）に磁束として記録されている情報を、MR素子4が自己の抵抗値を変化させて正確に感知する。従来のMRヘッドは、この抵抗値の変化を、第1のリード部5a、第2のリード部5b間の電圧変化として再生信号を出力することで、磁気記録媒体（図示せず）上の情報を再生している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら上記従来の構成では、絶縁層3の電気抵抗が極めて高く、MR素子・リード部と、下部磁気シールド層6と、上部磁気シールド層7と、磁気コア8、9とが各々絶縁されており、MRヘッド製造時に、これらが他の物体との摩擦、工程中の浮遊電荷等によって帯電してゆく。ところが、MRヘッド製造時にMR素子・リード部がリードワイヤ（図示せず）を介して接地されるために、MR素子・リード部と、下部磁気シールド層6、上部磁気シールド層7、磁気コア8、9との間に電位差が生じ、一種のコンデンサが形成される。そして、下部磁気シールド層6等が更に帯電し、電位差が上昇して、これがあるしきい値を越えると、下部磁気シールド層6等に帯電していた静電荷が、空气中を介しMR素子4等に瞬時に移動して、いわゆる静電気放電が生じてしまい、MR素子4、下部磁気シールド層6等が重大なダメージを受けMRヘッドの諸特性を著しく悪化させ、歩留りが低下して生産性に欠けるという問題点を有していた。またMRヘッド使用時にも、C/S動作・記録再生動作の際に、MRヘッドと磁気記録媒体とが接触・摩擦・衝突等することによって、下部磁気シールド層6等が帯電し、同様に静電気放電が生じてしまい、MRヘッドの諸特性を著しく悪化させてMRヘッドを安定使用することができず信頼性に欠けるという問題点を有していた。また、下地絶縁層2の電気抵抗が極めて高く、基板1と、下部磁気シールド層6、MR素子・リード部、上部磁気シールド層7、磁気コア8、9とが絶縁されており、これらが同様に帯電してゆくとともに、基板1が治具等を介して接地されているために、基板1と下部磁気シールド層6等との間に電位差が生じ、一種のコンデンサが形成される。そのため、MRヘッド製造時・使用時に下部磁気シールド層6等が更に帯電して、この電位差があるしきい値を越えると、下部磁気シールド層6等に帯電していた静電荷が静電気放電によって基板1へと移動し、基板1、下部磁気シールド層6等が重大なダメージを受け、MRヘッドの諸特性を著しく悪化させて、歩留りが低下して生産性に欠けるとともに、MRヘッド使用時にこれを安定使用することができず信頼性に欠けるという問題点を有していた。

た。また、MRヘッド使用時に、電気抵抗体であるMR素子4にセンス電流を流すため、MR素子4にジュール熱が発生するが、このMR素子4の上下が熱伝導性の低い絶縁層3で保護されており、MR素子4の両端部に薄く熱容量の小さいリード部が接続されただけであるために、この熱をMR素子4から効率よく放熱させることができず、MR素子4の温度が上昇して、MR素子4のバイアス効果の低下や、MR素子4のインピーダンスの上昇が生じ、MRヘッドの電気特性が劣化して信頼性に欠けるという問題点を有していた。更に、万一MR素子4に規定のセンス電流を大きく上回る過電流が流れた場合に、MR素子4からの放熱効率が低いために、MR素子4の温度及び電気抵抗値が急上昇して、いわゆる熱暴走を起こし、MR素子4が遮断する等してMRヘッドが破壊されて信頼性に欠けるという問題点を有していた。

【0007】本発明は上記従来の問題点を解決するもので、MRヘッド製造時・使用時のMR素子等と下部磁気シールド層等及び基板と下部磁気シールド層等間の静電気放電を防止して、MRヘッドの歩留りを向上させることができ生産性に優れるとともに、MRヘッドを安定使用することができ信頼性に優れ、MR素子からの放熱効率を改善してMRヘッドの電気特性を向上させることができるとともに、万一MR素子に過電流が流れた場合であってもMRヘッドの破壊を防止できる信頼性に優れたMRヘッドを提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】 この目的を達成するために本発明の請求項1に記載されたMRヘッドは、基板と、基板上に積層される絶縁層と、絶縁層中に形成されるMR素子と、MR素子の両端部に電気的に接続されてMR素子へセンス電流を流すための2つのリード部と、MR素子の上下に絶縁層を介して形成される磁気シールド層と、を有し磁気記録媒体と対向する面に露出するように形成されて磁気記録媒体のデータを再生するための再生ヘッドと、磁性体からなり磁気ギャップ部が磁気記録媒体と対向する面に露出するように形成される磁気コアを有し磁気記録媒体へデータを記録するための記録ヘッドと、を備えた磁気抵抗効果型薄膜磁気ヘッドであって、2つの磁気シールド層、磁気コアの内少なくともいずれか1を2つのリード部の内いずれか1と接触させて形成される接触部を備えた構成を有しており、請求項2に記載されたMRヘッドは、請求項1において、磁気シールド層、磁気コアの内少なくともいずれか1と接触させた一方のリード部と、一方のリード部と接触されていない磁気シールド層、磁気コアの内少なくともいずれか1と接触させた他方のリード部と、磁気シールド層又は磁気コアと電気的に接続されて2つのリード部へセンス電流を流すための2つの電極部と、を備えた構成を有しており、請求項3に記載されたMRヘッドは、請求項1または2の内いずれか1において、磁気コア、2つの磁

気シールド層の内少なくともいずれか1を磁気記録媒体と対向しない面に露出させて形成される露出部と、所定の電気抵抗を有する材料からなり磁気記録媒体と対向しない面に形成されて露出部と基板とを接触させるコーティング膜と、を備えた構成を有しており、請求項4に記載されたMRヘッドは、請求項1または2の内いずれか1において、所定の抵抗を有する材料よりなり基板上に形成される電気抵抗層と、磁気コア、2つの磁気シールドの内少なくともいずれか1と電気抵抗層とを電氣的に導通させて形成される導通部と、を備えた構成を有している。

【0009】ここで、接触部の位置をMR素子に近くし、接触部の広さを広くすると、MRヘッドの放熱効率を向上させることができ信頼性の面から好ましい。また、コーティング膜の材質及び、導通部の材質としては、非磁性材料であり、かつ、非絶縁体である半導体系材料、炭素系化合物等が好適に用いられる。

【0010】

【作用】この構成によって、下部磁気シールド層、上部磁気シールド層、磁気コアを2つのリード部の内いずれか1と接触させたことにより、下部磁気シールド等と2つのリード部、MR素子が電氣的に導通し、MRヘッド製造時・使用時に下部磁気シールド等に帯電した静電荷が、接地された2つのリード部へと漏洩するために、下部シールド層等とリード部等との間の静電気放電を防止でき、MRヘッドの歩留りを向上させることができる。とともに、MRヘッドを安定使用することができる。更に、下部磁気シールド層等が極めて大きな熱容量を有しているために、MR素子で発生したジュール熱を接触部を介して下部磁気シールド層等へ速やかに伝達させて、放熱するために、放熱効率を著しく向上させて、MR素子の温度上昇を防止してMRヘッドの電気特性を向上させることができる。更に、万一MRヘッドに過電流が流れた場合であっても、放熱効率が著しく高いために、MR素子の溶断等のMRヘッドの破壊を防止することができる。また、下部磁気シールド層等を、コーティング膜、導通部を介して基板と接続したことによって、同様に下部磁気シールド層等と基板との間の静電気放電を防止でき、MRヘッドの歩留りを向上させることができる。加えて、コーティング膜、導通部が所定の抵抗値を有することにより、放電の発生を防止することができる。また、2つのリード部を下部磁気シールド層、上部シールド層、磁気コアの内別異のものに各々接触させ、下部磁気シールド等の内リード部が接触しているものに、このリード部にセンス電流を流すための2つの電極部を備えたことにより、この下部磁気シールド等の断面積が薄いリード部よりも極めて大きく、MRヘッドのセンス電流に対する抵抗値を減少させるために、MRヘッドのインピーダンスによるノイズを減少させて、データを正確に

再生することができる。

【0011】

【実施例】

（実施例1）以下本発明の第1の実施例におけるMRヘッドについて、図面を参照しながら説明する。図1

（a）は本発明の第1の実施例におけるMRヘッドの要部平面透視図であり、図1（b）は本発明の第1の実施例におけるMRヘッドの要部側面透視図である。1は基板、2は下地絶縁層、3は絶縁層、4はMR素子、4aはMR素子露出部、6は下部磁気シールド層、6aは下部磁気シールド層露出部、9は磁気コア、9aは磁気コア露出部、10は磁気ギャップ、12は導体コイル、Aは磁気記録媒体対向面であり、これらは従来例と同様なもので同一の符号を付し説明を省略する。13はMR素子4にセンス電流を流すためのリード層、13aはリード層13を構成しMR素子4の片端部と電氣的に接続される第1のリード部、13a'は第1のリード部13aが磁気記録媒体対向面Aに露出した部分を示す第1のリード部露出部、13bはリード層13を構成しMR素子4の他端部と電氣的に接続されるとともに接触部Bによって下部磁気シールド層6と接触するように形成された第2のリード部、13b'は第1のリード部露出部13a'と同様な第2のリード部露出部、14はMR素子4、リード層13の上部に絶縁層3を介して被覆されるとともに接触部Cによって第1のリード部13aと接触するように形成された上部磁気シールド層、14aは上部磁気シールド層14が磁気記録媒体対向面Aに露出する部分を示す上部磁気シールド層露出部、15は上部磁気シールド層14上に絶縁層3を介して被覆されるとともに接触部Dによって第1のリード部13aと接触するように形成された磁気コア、15aは磁気コア15が磁気記録媒体対向面Aに露出した部分を示す磁気コア露出部、16は磁気コア9、15からなり磁気記録媒体（図示せず）ヘデータを記録するための記録コア、EはMRヘッドの側面、HはMRヘッドの高さ方向である。

【0012】以上のように構成された本発明の第1の実施例におけるMRヘッドについて、以下その製造方法を説明する。初めに、 Al_2O_3/TiC 等から基板1を作製し、これを予め接地された治具（図示せず）に直接あるいはサスペンション（図示せず）を介して固定する。次に、この基板1上に、下地絶縁層2、絶縁層3、下部磁気シールド層6を順次被覆する。次に、下部磁気シールド層6上にMR素子4、リード層13、磁気コア9、15、導体コイル12等を順次被覆する。ここで、下部磁気シールド層6、リード層13、磁気コア9、15を、接触部B、C、Dを介して接触させる。また、この間に、下部磁気シールド層6等が工程中の浮遊電荷等により帯電していく。次に、リード層13と電氣的に接続されてMRヘッドの側面Eに露出するように形成された電極部（図示せず）にリードワイヤ（図示せず）を接続す

る。次に、リードワイヤ（図示せず）を接地する。ここで、下部磁気シールド層6等が接触部B、C、Dを介してリード層13と電気的に接続しているために、下部磁気シールド層6等に帯電している静電荷は、接触部B、C、D、リード層13、リードワイヤ（図示せず）を介して速やかに接地側に漏洩して、リード層13、MR素子4と、下部磁気シールド層6、上部磁気シールド層14、磁気コア9、15との間の静電気放電を防止することができ、歩留りを向上させることができる。

【0013】以上のように製造されるMRヘッドについて、以下その動作を説明する。MRヘッドを用いて記録・再生動作、CSS動作を行うと、MRヘッドと磁気記録媒体（図示せず）とが接触・摩擦・衝突等することによって、下部磁気シールド層6等が帯電する。しかし、下部磁気シールド層6等が接触部B等を介して電気的に接続しているために、下部磁気シールド層6等に帯電した電荷が接触部B等、リード層13、リードワイヤ（図示せず）を介して速やかに接地側に漏洩して、リード層13、MR素子4と、下部磁気シールド層6、上部磁気シールド層14、磁気コア9、15との間の静電気放電を防止することができる。また、MRヘッドによる記録・再生動作時には、センス電流がリード層13から電気抵抗体であるMR素子4へ流されて、ジュール熱が発生する。しかし、リード層13に、熱伝導率がリード層13と同等で、熱容量がリード層13よりも極めて大きな下部磁気シールド層6等が接触部B等を介して接続しているために、この熱が下部磁気シールド層6等へ速やかに伝導し、下部磁気シールド層6等から高い効率で放熱されるために、MRヘッドの放熱効率が著しく向上させることができ、MR素子4の温度上昇を防止して、MRヘッドの電気特性を向上させることができる。また、万一MRヘッドに過電流が流れた場合であっても、MRヘッドの放熱効率が著しく高いために、MR素子4の熔断等の、MRヘッドの破壊を防止することができる。

【0014】以上のように本実施例によれば、下部磁気シールド層6、上部磁気シールド層14、磁気コア9、15を、リード層13と接触部B、C、Dを介して接続させることによって、MRヘッド製造時に下部磁気シールド層6等に帯電した電荷を速やかに接地側へ漏洩させ、静電気放電を防止して歩留りを向上させることができるとともに、MRヘッド使用時にも、同様に静電気放電を防止してMRヘッドを安定使用することができる。加えて、下部磁気シールド層6等が極めて大きな熱容量を有しているために、MR素子4で発生したジュール熱を接触部B等を介して下部磁気シールド層6等へ速やかに伝導させて、放熱するために、放熱効率が著しく向上させて、MR素子4の温度上昇を防止してMRヘッドの電気特性を向上させることができる。更に、万一MRヘッドに過電流が流れた場合であっても、放熱効率が著しく高いために、MR素子4の熔断等のMRヘッドの破壊

を防止することができる。

【0015】（実施例2）以下本発明の第2の実施例におけるMRヘッドについて、図面を参照しながら説明する。図2（a）は本発明の第2の実施例におけるMRヘッドの要部平面透視図であり、図2（b）は本発明の第2の実施例におけるMRヘッドの要部側面透視図である。1は基板、2は下地絶縁層、3は絶縁層、4はMR素子、4aはMR素子露出部、9、15は磁気コア、9a、15aは磁気コア露出部、10は磁気ギャップ、12は導体コイル、16は記録コア、Aは磁気記録媒体対向面、B、C、Dは接触部、Eは側面、Hは高さ方向であり、これらは実施例1と同様なものなので同一の符号を付し説明を省略する。17は下地絶縁層2上に積層されるとともに電極部（図示せず）が形成されてMR素子4へセンス電流を流す回路の一部としても用いられる下部磁気シールド層、17aは下部磁気シールド層17が磁気記録媒体対向面Aに露出する部分を表す下部磁気シールド層露出部、18は下部磁気シールド層17上に絶縁層3を介して積層されてMR素子4にセンス電流を流すためのリード層、18aはリード層18を構成しMR素子4の端部と電気的に接続される第1のリード部、18a'は第1のリード部18aが磁気記録媒体対向面Aに露出する部分を示す第1のリード部露出部、18bは片端部がMR素子4の端部と電気的に接続されるとともに他端部が接触部Bを介して下部磁気シールド層17と電気的に接続された第2のリード部、18b'は第1のリード部露出部18a'と同様な第2のリード部露出部、19はリード層18、MR素子4上に絶縁層3を介して積層されるとともに電極部（図示せず）が形成されて接触部Cを介して第1のリード部18aと電気的に接続されてMR素子4へセンス電流を流す回路の一部としても用いられる上部磁気シールド層、19aは下部磁気シールド層露出部17aと同様な上部磁気シールド層露出部である。

【0016】以上のように構成された本発明の第2の実施例におけるMRヘッドについて、以下その動作を説明する。MRヘッドの記録・再生動作時には、電極部（図示せず）からセンス電流が下部磁気シールド層17、上部磁気シールド層19を通り接触部B、Cを介して第1のリード部18a、第2のリード部18bからMR素子4へ流されて、記録・再生動作を行う。この下部磁気シールド層17等の断面積が第1のリード部18a等の断面積よりも極めて大きいために、MRヘッドのセンス電流に対する抵抗値を低下させることができ、MRヘッドのインピーダンスによるノイズを低減させて、磁気記録媒体（図示せず）の情報を正確に再生することができる。

【0017】以上のように本実施例によれば、下部磁気シールド層17と第2のリード部18b、上部磁気シールド層19と第1のリード部18aとをそれぞれ接触部

B、Cを介して電氣的に接続し、下部磁気シールド層17等を通してMR素子4にセンス電流を流すことによって、MRヘッドのセンス電流に対する抵抗値を減少させ、ノイズの発生を防止することができる。

【0018】尚、本実施例においては、センス電流を下部磁気シールド層17、上部磁気シールド層19を通して流すようにしたが、このいずれか一方を磁気コア15を通るように変更してもよい。

【0019】（実施例3）以下本発明の第3の実施例におけるMRヘッドについて、図面を参照しながら説明する。図3（a）は本発明の第3の実施例におけるMRヘッドの要部平面透視図であり、図3（b）は本発明の第3の実施例におけるMRヘッドの要部側面透視図である。1は基板、2は下地絶縁層、3は絶縁層、9は磁気コア、9aは磁気コア露出部、10は磁気ギャップ、12は導体コイル、18aは第1のリード部、18a'は第1のリード部露出部、18bは第2のリード部、18b'は第2のリード部露出部、19は上部磁気シールド層、19aは上部磁気シールド層露出部、Aは磁気記録媒体対向面、B、Cは接触部、Eは側面、Hは高さ方向であり、これらは実施例2と同様なもので同一の符号を付し説明を省略する。20は下地絶縁層2上に積層されるとともに一端部をMRヘッドの磁気記録媒体対向面A以外の面（ここでは、例としてMRヘッドの背面Fとする）から露出させて露出部Gを形成させた下部磁気シールド層、20aは下部磁気シールド層20が磁気記録媒体対向面Aに露出した部分を示す下部磁気シールド層露出部、21は上部磁気シールド層19上に絶縁層3を介して積層されるとともに一端部をMRヘッドの背面Fから露出させて露出部Iを形成させた磁気コア、22は磁気コア9、21からなり磁気記録媒体（図示せず）に情報を記録するための記録コア、23は所定の抵抗値を有する材料からなりMRヘッドの背面Fを被覆して露出部G、Iと基板1のMRヘッドの背面Fへの露出部Jとを電氣的に導通させるコーティング膜である。

【0020】以上のように構成された本発明の第3の実施例におけるMRヘッドについて、以下その製造方法を説明する。初めに、予め接地された治具（図示せず）に直接あるいはサスペンション（図示せず）を介して基板1を固定する。次に、基板1上に下地絶縁層2、絶縁層3、下部磁気シールド層20等を順次積層する。次に、MRヘッドの背面Fにコーティング膜23を被覆して、露出部G、I、Jを電氣的に導通させる。この時、下部磁気シールド層20、リード層18、MR素子4、上部磁気シールド層19、磁気コア9、21の形成時等に、下部磁気シールド層20等へ侵入した電荷は、接触部B、C、露出部G、Iを介してコーティング膜23へ移動し、更に露出部Jを介して、接地された治具に固定されている基板1へと移動する。そしてこの電荷が接地部（図示せず）から漏洩されるために、基板1と下部磁気

シールド層20等との間の静電気放電を防止することができる。次に、下部磁気シールド層20と上部磁気シールド層19の電極部（図示せず）にリードワイヤを接続し、これらを接地する。ここで、基板1、下部磁気シールド層20等が接触部B、C、露出部I、G及びコーティング膜23を介して電氣的に導通しているために、リード層18、MR素子4等と基板1、下部磁気シールド層20等との間の静電気放電を防止することができる。

【0021】以上のように本実施例によれば、下部磁気シールド層20、磁気コア21等をMRヘッドの背面F等に露出させて露出部G、Iを形成し、これらと基板1の露出部Jとをコーティング膜23で被覆して電氣的に導通させることで、MRヘッド製造時の基板1と下部磁気シールド層20等との間の静電気放電を防止して、MRヘッドの歩留りを向上させることができ生産性に優れるとともに、MRヘッド使用時に同様に基板1と下部磁気シールド層20等との間の静電気放電を防止して、MRヘッドを安定使用することができ信頼性を向上させることができる。

【0022】尚、本実施例においては、磁気コア21の一部をMRヘッドの背面に露出させて、露出部I、J、コーティング膜23を介して基板1と磁気コア21とを電氣的に導通させているが、磁気コア21を実施例2に示すように第1のリード部18aと接触部Dを介して接触させ、接触部B、D、リード層18、MR素子4、下部磁気シールド層20、露出部G、J、コーティング膜23を介して基板1と磁気コア21とを電氣的に導通させてもよい。また、MR素子4に上部磁気シールド層19、下部磁気シールド層20を介してセンス電流を流しているが、これは実施例1に示すように、リード層13から直接センス電流を流してもよい。またコーティング膜23、露出部G等をMRヘッドの背面Fに形成しているが、これは磁気記録媒体対向面A以外であれば、MRヘッドのどの面に形成してもよい。

【0023】（実施例4）以下本発明の第4の実施例におけるMRヘッドについて、図面を参照しながら説明する。図4（a）は本発明の第4の実施例におけるMRヘッドの要部平面透視図であり、図4（b）は本発明の第4の実施例におけるMRヘッドの要部側面透視図である。1は基板、2は下地絶縁層、4はMR素子、4aはMR素子露出部、9、15は磁気コア、10は磁気ギャップ、12は導体コイル、16は記録コア、17は下部磁気シールド層、17aは下部磁気シールド層露出部、18はリード層、18aは第1のリード部、18a'は第1のリード部露出部、18bは第2のリード部、18b'は第2のリード部露出部、19は上部磁気シールド層、Aは磁気記録媒体対向面、B、C、Dは接触部、Eは側面、Hは高さ方向であり、これらは実施例2と同様なもので同一の符号を付し説明を省略する。24は所定の電気抵抗値を有する材料よりなり基板1上に積層

されて基板1と下部磁気シールド層17とを導通部K、Lを介して電氣的に導通させる電気接続部である。

【0024】以上のように構成された本発明の第4の実施例におけるMRヘッドについて、以下その製造方法を説明する。初めに、基板1を、予め接地された治具（図示せず）に直接またはサスペンション（図示せず）を介して固定する。次に、基板1上に下地絶縁層2を積層する。次に、基板1の導通部K上に所定の電気抵抗値を有する材料よりなる電気接続部24を形成する。次に、下地絶縁層2上に、下部磁気シールド層17を導通部Lを介して電気接続部24と電氣的に導通するように積層する。次に、下部磁気シールド層17上に、絶縁層3を介してリード層18等を順次積層する。ここで、下部磁気シールド層17、リード層18等の積層時に、これらに電荷が侵入した場合であっても、これらが接触部B、C、D、導通部K、L、電気接続部24等を介して基板1と電氣的に導通しているために、この電荷が接触部B等を介して基板1へと流れ、基板1の接地部（図示せず）から漏洩するために、基板1と下部磁気シールド層17等との間の静電気放電を防止することができる。次に、下部磁気シールド層17、上部磁気シールド層19の電極部（図示せず）にリードワイヤ（図示せず）を接続する。次に、リードワイヤ（図示せず）を接地する。ここで、磁気コア15等が接触部D等を介して接地された基板1と導通しているために、上部磁気シールド層19等と磁気コア15等との間の静電気放電を防止することができる。

【0025】以上のように製造される本発明の第4の実施例におけるMRヘッドについて、以下その動作を説明する。MRヘッド使用時に、MRヘッドと磁気記録媒体（図示せず）との接触等によって、下部磁気シールド層17、上部磁気シールド層19、磁気コア9、15等に電荷が侵入した場合であっても、これらが接触部B、C、Dを介して電氣的に導通されているとともに、導通部K、L、電気接続部24を介して基板1と電氣的に導通されているために、侵入した電荷はこれらを介して基板1あるいは下部磁気シールド層17、上部磁気シールド層19の電極部（図示せず）から漏洩して、リード層18等と、下部磁気シールド層17等と、磁気コア15等と、基板1との間の静電気放電を防止することができる。

【0026】以上のように本実施例によれば、基板1と下部磁気シールド層17とを導通部K、L、電気接続部24を介して電氣的に導通させて、更にこの下部磁気シールド層17とリード層18等を接触部B、C、Dを介して電氣的に導通させることによって、MRヘッド製造時の基板1と、下部磁気シールド層17等と、磁気コア15等との間の静電気放電を防止してMRヘッドの歩留りを向上させることができるとともに、MRヘッド使用時にも同様に基板1と下部磁気シールド層17等との間

の静電気放電を防止してMRヘッドを安定使用することができる。

【0027】尚、本実施例においては、MR素子4にセンス電流を下部磁気シールド層17、上部磁気シールド層19を介して流しているが、これは、実施例1に示すように、リード層13から直接センス電流を流してもよい。

【0028】以上のように構成された本発明のMRヘッドと、従来のMRヘッドについて性能比較試験を行った。以下その結果について説明する。

【0029】（実験例1）本発明の第2の実施例におけるMRヘッドを用いて、その製造時・動作時の静電気放電による不良発生率を測定して、静電破壊試験を行った。その結果を図5に示す。図5は静電破壊試験の結果を示す表である。工程Aはワイヤーのボンディング及びワイヤーの樹脂固定を行う工程であり、工程Bはスライダの組み立てを行う工程であり、工程CはMRヘッドの特性評価を行う工程であり、動作AはMRヘッドと磁気記録媒体（図示せず）との接触・浮上動作を1時間行うものであり、動作BはMRヘッドの浮上量の測定を行うものである。

【0030】（実験例2）本発明の第3の実施例におけるMRヘッドを用いた他は、実験例1と同様にして静電破壊試験を行った。その結果を図5に示す。

【0031】（実験例3）本発明の第4の実施例におけるMRヘッドを用いた他は、実験例1と同様にして静電破壊試験を行った。その結果を図5に示す。

【0032】（比較例1）従来のMRヘッドを用いた他は、実験例1と同様にして静電破壊試験を行った。その結果を図5に示す。

【0033】ここで、試験時の環境を同一にするために、実験例1乃至3及び比較例1は同時に試験を行った。また、浮遊電荷による影響を小さくするために、試験者は人体をアースに接地して試験を行った。

【0034】（実験例4）本発明の第2の実施例におけるMRヘッドを用い、MRヘッドに外部から侵入した電荷の漏洩状態を調べるために、MRヘッドを絶縁体よりなる治具（図示せず）にサスペンション（図示せず）を介して固定し、所定の電圧を印加して充電したコンデンサ（図示せず）の一端をこのサスペンションに、他端を所定の抵抗（図示せず）を介して放電用プローブ（図示せず）にそれぞれ接続して、コンデンサ（図示せず）に充電された電荷をこの放電用プローブ（図示せず）からMRヘッドに給電し、その直後のMRヘッドの相対的な表面電位を測定した。その結果を図6に示す。図6はコンデンサの印加電圧とMRヘッドの相対的な表面電位との関係を示す図である。

【0035】（実験例5）本発明の第3の実施例におけるMRヘッドを用いた他は、実験例4と同様にして、MRヘッドの相対的な表面電位を測定した。その結果を図

6に示す。

【0036】（実験例6）本発明の第4の実施例におけるMRヘッドを用いた他は、実験例4と同様にして、MRヘッドの相対的な表面電位を測定した。その結果を図6に示す。

【0037】（比較例2）従来のMRヘッドを用いた他は、実験例4と同様にして、MRヘッドの相対的な表面電位を測定した。その結果を図6に示す。

【0038】（実験例7）本発明の第2の実施例におけるMRヘッドを用いて、入力磁界がない場合のセンス電流と、ジュール熱による温度上昇に基づくMRヘッドの電気抵抗値及び電気抵抗値から算出されるMRヘッドの温度との関係を測定した。その結果を図7（a）、図7（b）に示す。図7（a）はセンス電流とMRヘッドの電気抵抗値の関係を示すグラフであり、図7（b）はセンス電流とMRヘッドの温度との関係を示すグラフである。

【0039】（比較例3）従来のMRヘッドを用いた他は、実験例7と同様にして、センス電流と、MRヘッドの電気抵抗値及びMRヘッドの温度との関係を測定した。その結果を図7（a）、図7（b）に示す。

【0040】図5から明らかなように、比較例1は全試験合わせて4.0%のMRヘッドが静電気放電によって破壊されているのに対し、実験例1乃至3では全く破壊が生じていないことがわかる。よって、実験例1乃至3は比較例1に対して歩留りが高く生産性が著しく優れているとともに、安定使用ができ信頼性が著しく優れているといえる。また、図6から明らかなように、比較例2はコンデンサの印加電圧、即ち、MRヘッドに供給された電荷の量に応じてMRヘッドの相対的な表面電位が上昇しているのに対し、実験例4乃至6ではMRヘッドに電荷が供給されているにもかかわらず表面電位は一定のままである。よって、実験例4乃至6では、外部から侵入した電荷が速やかにMRヘッドから漏洩しているといえる。更に図7（a）、図7（b）から明らかなように、比較例3はセンス電流の増加にともなって電気抵抗及び温度が急激に上昇しているのに対して、実験例7では電気抵抗、温度が緩やかに上昇しているのがわかる。よって、実験例7は比較例3よりも放熱効率が高いといえる。

【0041】

【発明の効果】以上のように本発明は、下部磁気シールド層、上部磁気シールド層、磁気コアを2つのリード部の内いずれかが1と接触させたことにより、下部磁気シールド層等と2つのリード部・MR素子が電気的に導通し、MRヘッド製造時・使用時に下部磁気シールド等に帯電した静電荷が、接地された2つのリード部へと漏洩するために、下部シールド層等とリード部等との間の静電気放電を防止でき、MRヘッドの歩留りを向上させることができ生産性に優れるとともに、MRヘッドを安定

使用することができ信頼性に優れ、下部磁気シールド層等が極めて大きな熱容量を有しているために、MR素子で発生したジュール熱を接触部等を介して下部磁気シールド層等へ速やかに伝導させて、放熱するために、放熱効率を著しく向上させて、MR素子の温度上昇を防止してMRヘッドの電気特性を向上させることができるとともに、万一MRヘッドに過電流が流れた場合であっても、放熱効率が著しく高いために、MR素子の劣断等のMRヘッドの破壊を防止することができ信頼性に優れ、下部磁気シールド層等を、コーティング膜、導通部を介して基板と接続したことによって、同様に下部磁気シールド層等と基板との間の静電気放電を防止でき、MRヘッドの歩留りを向上させることができ生産性に優れるとともに、MRヘッドを安定使用することができ信頼性に優れ、コーティング膜、導通部が所定の抵抗値を有することにより、放電の発生を防止することができ、2つのリード部を下部磁気シールド層、上部シールド層、磁気コアの内別個のものに各々接触させ、下部磁気シールド等の内リード部が接触しているものに、このリード部にセンス電流を流すための2つの電極部を備えたことにより、この下部磁気シールド等の断面積が薄いリード部よりも極めて大きく、MRヘッドのセンス電流に対する抵抗値を減少させるために、MRヘッドのインピーダンスによるノイズを減少させて、データを正確に再生することができ、信頼性に優れたMRヘッドを実現できるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】（a）は本発明の第1の実施例におけるMRヘッドの要部平面透視図

（b）は本発明の第1の実施例におけるMRヘッドの要部側面透視図

【図2】（a）は本発明の第2の実施例におけるMRヘッドの要部平面透視図

（b）は本発明の第2の実施例におけるMRヘッドの要部側面透視図

【図3】（a）は本発明の第3の実施例におけるMRヘッドの要部平面透視図

（b）は本発明の第3の実施例におけるMRヘッドの要部側面透視図

【図4】（a）は本発明の第4の実施例におけるMRヘッドの要部平面透視図

（b）は本発明の第4の実施例におけるMRヘッドの要部側面透視図

【図5】本発明の第2～第4の実施例におけるMRヘッドと従来のMRヘッドの静電破壊試験結果を示す図

【図6】本発明の第2～第4の実施例におけるMRヘッドと従来のMRヘッドのコンデンサの印加電圧とMRヘッドの相対的な表面電位との関係を示す図

【図7】（a）は本発明の第2の実施例におけるMRヘッドと従来のMRヘッドのセンス電流とMRヘッドの電

気抵抗値の関係を示すグラフ

(b) は本発明の第2の実施例におけるMRヘッドと従来のMRヘッドのセンス電流とMRヘッドの温度との関係を示すグラフ

【図8】(a) は従来のMRヘッドの構成を示す要部平面透視図

(b) は従来のMRヘッドの構成を示す要部側面透視図

【符号の説明】

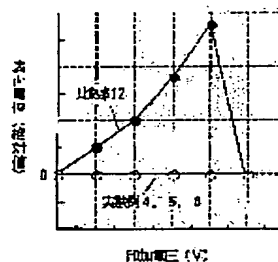
- 1 基板
- 2 下地絶縁層
- 3 絶縁層
- 4 MR素子
- 4a MR素子露出部
- 5 リード層
- 5a 第1のリード部
- 5a' 第1のリード部露出部
- 5b 第2のリード部
- 5b' 第2のリード部露出部
- 6 下部磁気シールド層
- 6a 下部磁気シールド層露出部
- 7 上部磁気シールド層
- 7a 上部磁気シールド層露出部
- 8, 9 磁気コア
- 8a, 9a 磁気コア露出部
- 10 磁気ギャップ
- 11 記録コア
- 12 磁体コイル
- 13 リード層
- 13a 第1のリード部
- 13a' 第1のリード部露出部

- 13b 第2のリード部
- 13b' 第2のリード部露出部
- 14 上部磁気シールド層
- 14a 上部磁気シールド層露出部
- 15 磁気コア
- 15a 磁気コア露出部
- 16 記録コア
- 17 下部磁気シールド層
- 17a 下部磁気シールド層露出部
- 18 リード層
- 18a 第1のリード部
- 18a' 第1のリード部露出部
- 18b 第2のリード部
- 18b' 第2のリード部露出部
- 19 上部磁気シールド層
- 19a 上部磁気シールド層露出部
- 20 下部磁気シールド層
- 20a 下部磁気シールド層露出部
- 21 磁気コア
- 22 記録コア
- 23 コーティング膜
- 24 電気接続部
- A 磁気記録媒体対向面
- B, C, D 接触部
- E 側面
- F 背面
- G, I, J 露出部
- H 高さ方向
- K, L 導通部

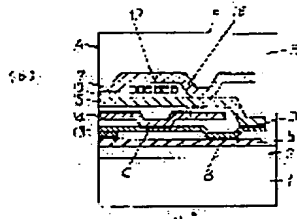
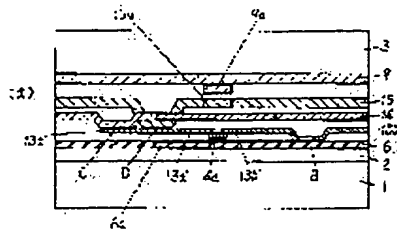
【図5】

	工程A	工程B	工程C	動作A	動作B	全動作
実験例1	0%	3%	0%	3%	0%	0%
実験例2	0%	2%	0%	3%	0%	0%
実験例3	0%	2%	0%	3%	0%	0%
比較例1	2%	2%	0%	23%	18%	40%

【図6】

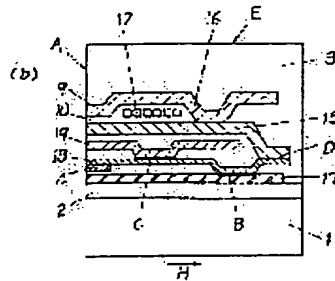
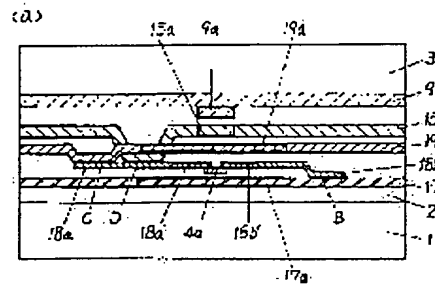


【図 1】

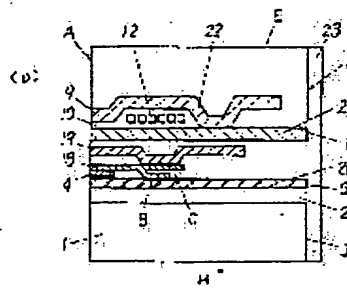
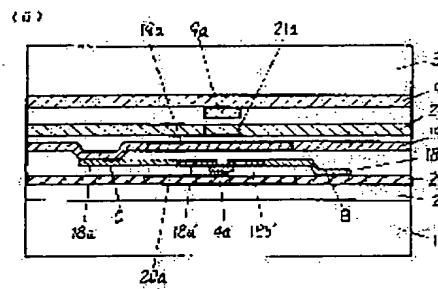


- | | |
|--------|---------------|
| 1 基板 | 13a 第1のゲート電極 |
| 2 下地層 | 13b 第2のゲート電極 |
| 3 絶縁層 | 13c 第3のゲート電極 |
| 4 下地層 | 13d 第4のゲート電極 |
| 5 絶縁層 | 13e 第5のゲート電極 |
| 6 下地層 | 13f 第6のゲート電極 |
| 7 絶縁層 | 13g 第7のゲート電極 |
| 8 絶縁層 | 13h 第8のゲート電極 |
| 9 絶縁層 | 13i 第9のゲート電極 |
| 10 絶縁層 | 13j 第10のゲート電極 |
| 11 絶縁層 | 13k 第11のゲート電極 |
| 12 絶縁層 | 13l 第12のゲート電極 |
| 13 絶縁層 | 13m 第13のゲート電極 |
| 14 絶縁層 | 13n 第14のゲート電極 |
| 15 絶縁層 | 13o 第15のゲート電極 |
| 16 絶縁層 | 13p 第16のゲート電極 |
| 17 絶縁層 | 13q 第17のゲート電極 |
| 18 絶縁層 | 13r 第18のゲート電極 |
| 19 絶縁層 | 13s 第19のゲート電極 |
| 20 絶縁層 | 13t 第20のゲート電極 |
| 21 絶縁層 | 13u 第21のゲート電極 |
| 22 絶縁層 | 13v 第22のゲート電極 |
| 23 絶縁層 | 13w 第23のゲート電極 |
| 24 絶縁層 | 13x 第24のゲート電極 |
| 25 絶縁層 | 13y 第25のゲート電極 |
| 26 絶縁層 | 13z 第26のゲート電極 |

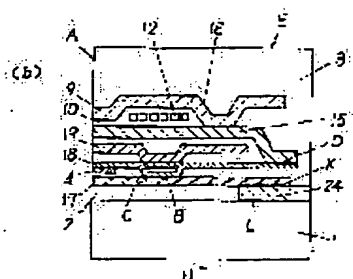
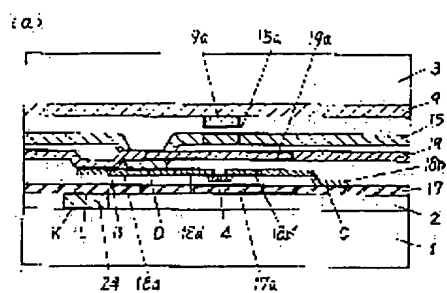
【図 2】



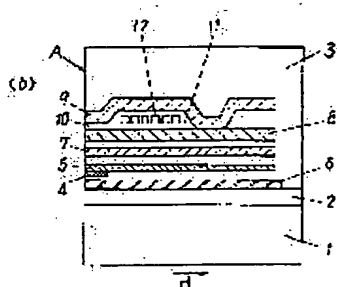
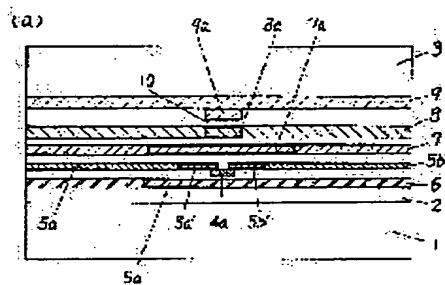
【図 3】



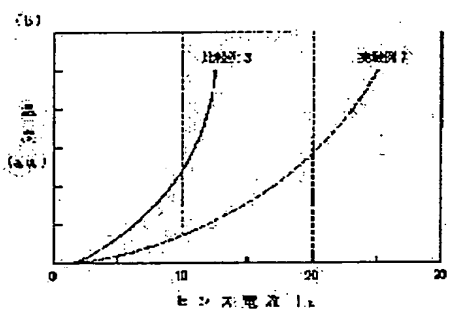
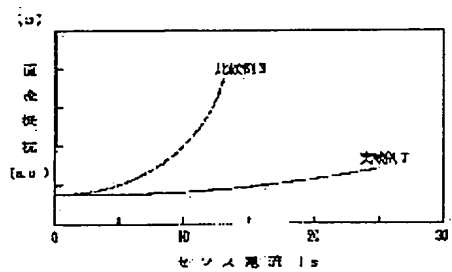
【図 4】



【図 8】



【図 7】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.